

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DEVICE AND METHOD FOR PLASMA PROCESSING

Patent Number: JP9092491

Publication date: 1997-04-04

Inventor(s): TOMIOKA KAZUHIRO

Applicant(s): TOSHIBA CORP

Requested Patent: ☐ JP9092491

Application Number: JP19950250409 19950928

Priority Number(s):

IPC Classification: H05H1/46; C23C16/56; C23F4/00; H01L21/205; H01L21/3065

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent generation of dust, breaking and contamination of a base surface, and dielectric breakdown of electric elements by detecting the generation of the abnormal discharge of a plasma, and reducing the frequency of the occurrence of the discharge.

SOLUTION: A base 2 to be processed is placed within a plasma processing vessel 1, the inside of the vessel is evacuated, and gas is introduced from a gas inlet 4. A predetermined high frequency is produced from a high frequency source 5 and amplified by a high-frequency power amplifier 7 via a high-frequency switch 6. Next, it is divided by a directional coupler 8 into a propagating wave 8a to a fundamental susceptor 3 and a reflected wave 8b, and a matching unit 9 is controlled by a matching unit control device 10 so that the reflected-wave power is at a minimum while the propagating-wave power is at a maximum. If an abnormal discharge occurs, a wave detector 1 detects it, a voltage comparator 12 compares it with a reference voltage source 13, and a signal is produced from a trigger generator 14. Further, the high-frequency power is controlled by a gate circuit 15 according to information from the matching unit control device 10. Thus by suppressing the generation of the abnormal discharge the generation of dust, breaking and contamination of the base surface, and dielectric breakdown of electric elements are prevented.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

特開平9-92491

(43) 公開日 平成9年(1997) 4月4日

(51) IntCl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/46			H 0 5 H 1/46	B
C 2 3 C 16/56			C 2 3 C 16/56	
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
				D
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	
審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-250409

(22) 出願日 平成7年(1995) 9月28日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富岡 和広

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

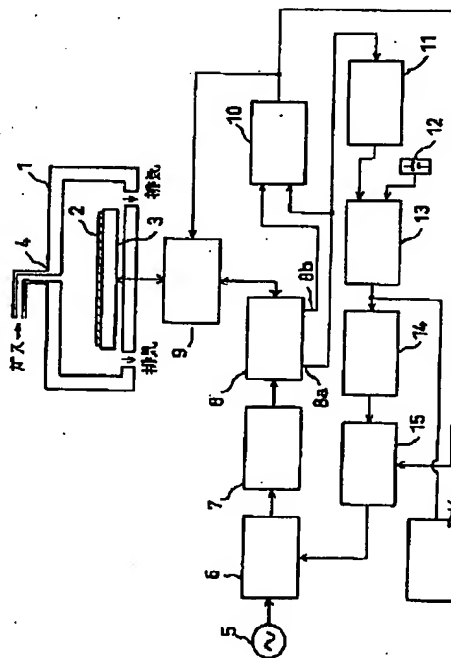
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、プラズマ処理容器内の異常放電の発生を検出し、異常放電の発生頻度を抑制し、異常放電による突発的なダスト発生、被処理基体表面の損傷、基体の汚染、基体の電気素子の絶縁破壊等の発生を低減することが可能なプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】本発明のプラズマ処理装置は高周波電力を発生する手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器に高周波電力を導入する電極と、電極から反射する高周波電力を検出する手段と、高周波電力を発生する手段のインピーダンスと、プラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて電極に印加する高周波電力を制御する手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】高周波電力を発生する手段と、
プラズマ処理容器と、
プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、
プラズマ処理容器に高周波電力を導入する電極と、
この電極から反射する高周波電力を検出する手段と、
前記電極に印加する高周波電力のインピーダンスとプラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて電極に印加する高周波電力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、
プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、
プラズマ処理容器内にマイクロ波を導入する手段と、
プラズマに反射したマイクロ波を検出する手段と、
検出したマイクロ波の振幅の変動に応じてプラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】プラズマ処理容器内にプラズマを発生する手段と、
プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、
プラズマ処理容器にマイクロ波を導入する手段と、
プラズマを透過したマイクロ波を検出する手段と、
検出したマイクロ波の振幅の変動或いは位相の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、
プラズマ処理容器と、
プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、
プラズマ処理容器内における発光の強度を検出する手段と、
前記プラズマを発生させる手段の出力を検出した発光強度の変動に応じて、制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、
プラズマ処理容器内に電極から高周波電力を導入しプラズマを生成する工程と、
前記電極に印加する高周波電力のインピーダンスとプラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて、電極に印加する高周波電力を制御する工程とを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項6】プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、
プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段を用い

てプラズマを発生させる工程と、
プラズマ処理容器内にマイクロ波を導入する工程と、
プラズマに反射したマイクロ波あるいはプラズマを透過したマイクロ波を検出し、前記反射したマイクロ波の振幅の変動あるいは前記透過したマイクロ波の振幅の変動若しくは位相の変動に応じて、前記プラズマを発生させる手段の出力を制御する工程とを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項7】プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、
プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段を用いて、プラズマを発生させる工程と、
プラズマ処理容器内における発光の強度を検出する工程と、
検出した発光強度の変動に応じて前記プラズマを発生させる手段の出力を制御する工程とを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関し、プラズマ処理容器内で発生する異常放電を処理中に検出すると共に被処理基体の形状異常、静電ダメージの発生を低減し、同時に異常放電によるプラズマ処理容器の損傷を防止し、消耗の進行を抑制することが可能なプラズマ処理装置に関する。

【従来の技術】DRAM (Dynamic RAM) ロジックLSIおよびマイクロプロセッサ等の半導体装置の高密度化および高性能化の進行に伴って素子や配線等の微細加工技術・高純度の成膜技術の重要度が増している。上記微細加工や高純度の成膜には、ハロゲン系ガスからプラズマを発生してエッチングを行ったり、無機材料ガスまたは有機材料ガスからプラズマを発生させてCVD (化学的蒸着法) により成膜を行っている。平行平板電極を有するプラズマ処理装置について図1-1を参照して説明する。プラズマ処理容器101の内部には基体サセプター103があり、被処理基体102が載置されている。プラズマ処理容器101は図示しないターボ分子ポンプや油拡散ポンプなどを用いて真空排気する。続いてガス導入口104に反応性ガスを導入してプラズマ処理容器101内を一定圧力に保持する。次に高周波源105により発生させた高周波を高周波増幅器106でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅し、増幅した高周波を方向性結合器107および整合器108をへて基体サセプター103に印加する。整合器制御器109はプラズマが発生したとき、基体サセプター103に印加される高周波のインピーダンスに整合するように整合器108内の可変コンデンサの容量を変化させる等の動作を行う。一般的にプラズマ処理容器101の内部は被処理基体102等の金属汚染を防止するため、表面をアルマイト処理されたアルミニウム等が用いられている。アルマイト層は通常陽極酸化法により約100

3

nm程度に形成されている。CVD法や比較的蒸気圧が低い反応生成物が発生するエッチングプロセスではアルマイト層上に堆積膜が生成しやすくなり、エッチング工程を重ねるに従い堆積膜が生成されると、堆積膜表面でチャージアップする。ここで何らかの原因で堆積膜表面近くで微小なアーク放電が多数発生すると、多量の堆積膜が剥がれ、ダストの原因になる。このダストの発生により被処理基体102内の素子及び配線の短絡、断線が発生するという問題があった。また、上記トラブルを未然に防ぐためには、堆積膜が剥がれ始めるある厚さ以上になる前にプラズマ処理容器101を洗浄する等のメンテナンスを行う必要がある。しかし、このメンテナンスを行うタイミングを正確に把握するのが困難であった。一方、アルミニウム等の金属配線をエッチングによって形成する場合、プラズマ処理容器101にC12ないしはBC13ガスを導入し、プラズマを発生させるがC12ないしはBC13ガスは反応性が高い為、プラズマ処理容器101内表面のアルマイト層が少しずつエッチングされる。アルマイト層がエッチングされ消滅すると内壁のアルミニウムが露出して、この状態で上述のアーク放電等の異常放電が発生すると内壁のアルミニウムないしはアルミニウム以外の鉄、マグネシウム等の金属不純物が被処理基体を汚染するという問題があった。また、アルミニウムが露出するまでのプラズマ処理容器101の寿命を知ること困難であり、メンテナンスを行うタイミングを正確に把握する事が困難であるという問題があった。さらに被処理基体近くで異常放電が発生すると被処理基体そのものに形状損傷を与えたり、素子が静電破壊ないしは劣化に至り、半導体装置等の被処理基体の生産歩留まりを著しく低下させるという問題があった。

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題を考慮してなされたものであり、異常放電の発生頻度を抑制し、異常放電による突発的なダスト発生、被処理基体表面の損傷、基体の汚染、基体の電気素子の絶縁破壊等の発生を低減することが可能なプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する為に本発明の第1は、高周波電力を発生する手段と、電力プラズマ処理容器とプラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器に高周波を導入する電極と、前記電極から反射する高周波電力を検出する手段と、電極に印加する高周波電力のインピーダンスと、プラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて、電極に印加する高周波電力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。又、本発明の第1において、より具体的には高周波電力を制御する手段は、電極に印加する高周波電力のインピーダンスと、プラズマのインピーダンスとが整合された状態であると認

4

識する手段と、電極から反射する高周波電力の振幅の変動を検出する手段と、インピーダンスが整合された状態であると認識する手段と、振幅の変動を検出する手段とからの情報をもとに、前記電極に印加する高周波電力を制御する手段とからなる。又、本発明の第1において、高周波電力を制御する手段による高周波電力の制御は被処理基体近傍に発生する異常放電に対して、特に有効である。又、上記課題を解決する為に本発明の第2は、プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器にマイクロ波を導入する手段と、プラズマに反射したマイクロ波を検出する手段と、検出したマイクロ波の振幅の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。又、上記課題を解決する為に本発明の第3は、プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器にマイクロ波を導入する手段と、プラズマを透過したマイクロ波を検出する手段と、検出したマイクロ波の振幅の変動或いは位相の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。尚、本発明の第2乃至第3において高周波電力を制御する手段は、マイクロ波の特定の周波数帯における振幅の変動に応じて制御を行うことが異常放電に対応する特定のイオンや活性種の周波数帯に応じた測定が可能となり、異常放電の正確な検出が可能ならしめる上で好ましい。さらに又、上記課題を解決する為に本発明の第4は、プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器内における発光の強度を検出する手段と、検出された発光強度の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力、高周波を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。又、本発明の第1乃至第4のプラズマ処理装置において、電極から反射する高周波電力の振幅変動、マイクロ波の振幅或いは位相の変動、及び発光強度の変動の各回数を計測する手段とを備えることがプラズマ処理容器の損傷、消耗の進行を把握する上で好ましい。本発明の第4において高周波電力を制御する手段は特定の波長における発光強度の変動に応じて、制御を行うことが異常放電のより正確な検出の為に好ましい。又、本発明の第5は、プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、プラズマ処理容器内に電極から高周波電力を導入し、プラズマを生成する工程と、前記電極に印加する高周波電力のインピーダンスとプラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて、電極に印加する高周波電力を制御する工程を行うことを特徴とする。上記本発明の第1及び第5によれば、電極から反射

する高周波電力の振幅の変動に速応して、異常放電が発生する初期に発生を検出、異常放電が成長できる前に電極に印加する高周波電力を制御する手段により異常放電を低減させることができる。又、高周波電力を発生する手段と、プラズマとのインピーダンスが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて電極に印加する高周波電力を制御する為、インピーダンスが整合されていない状態での電極から反射した高周波電力の振幅の変動によっては電力制御を行わないので不必要に高周波電力を遮断、低減してスループットを低下させる不具合はない。又、電極からの反射を検出する為、被処理気体に損傷をもたらす電極近傍における微少なプラズマの変動も検出可能である。又、本発明の第2及び第6によれば、プラズマ処理容器にマイクロ波を導入し、プラズマに反射したマイクロ波あるいはプラズマを透過したマイクロ波を検出している。プラズマ容器内で異常放電が発生すると、プラズマ密度（電子密度）が局所的に増加することによりプラズマ密度に比例するプラズマ周波数が増加する。ここにマイクロ波を導入すれば、プラズマを透過するマイクロ波透過率が減少して（プラズマに反射するマイクロ波が増大する）振幅が変動したり、透過するマイクロ波の位相が遅れる。その振幅の変動或いは位相の変動に速応して、プラズマを発生させる手段の出力を制御することにより、異常放電が発生する初期に発生を検出し、異常放電が成長し、被処理気体に損傷をあたえる前に低減させることができる。又、電極近傍にかかわらずプラズマ処理容器内全体に渡って、異常放電の検出を行うことが可能である。さらに、本発明の第4及び第7によれば、異常放電発生時におけるプラズマ処理容器内における発光強度を検出して、その変動に応じてプラズマを発生させる手段の出力を制御しているので異常放電発生初期に検出し、低減させることができる。又、電極近傍にかかわらず、プラズマ処理容器内全体に渡って異常放電の検出を行うことが可能である。

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施形態であるプラズマエッチング装置の概略構成図である。プラズマ処理容器1内には被処理基体2を載置した基体サセプター3が設置されている。まず、プラズマ処理容器1を図示しないターボ分子ポンプや油拡散ポンプなどによって真空排気し、プラズマ処理容器1に接続されたガス導入口4から処理に必要なイオン乃至はラジカルなど活性種を生成するガスを導入する。ガスを導入した後、プラズマ処理容器1内を一定の圧力に維持する。高周波源5により13.56MHzの高周波を発生し、この高周波を高周波スイッチ6を経て高周波電力増幅器7でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅する。増幅した高周波は方向性結合器8で基体サセプター3への進行波8bおよび8aに分けられる。この検出した進行波

および反射波は整合器制御装置10によって、反射波電力が最小かつ進行波電力が最大になるように整合器9の可変コンデンサーなど可変リアクタンス素子を制御する。すなわち、基体サセプター3に最大の電力が供給されるように基板サセプターに印加される高周波のインピーダンスと生成するプラズマのインピーダンスを整合するように整合器9を動作させる。高周波スイッチ6は通常ON状態、すなわち高周波を通過させるようになっている。さらに、高周波を発生させ、プラズマ処理容器1内にプラズマが発生すると整合器9および整合器制御器10によって数秒間上述のインピーダンスの整合動作が行われる。高周波を発生させてから整合動作が行われている期間、高周波スイッチ6はON状態に保持するようにゲート回路15で制御されている。ここで、プラズマを発生させた後の処理を行っているときに、何等かの原因でプラズマ処理容器1内にアーク放電等の異常放電が発生すると方向性結合器8の反射波出力8aに図2に示すようにパルス状の出力aが発生する。この発生した反射出力パルスを検波器11にて包絡線検波する。検波器11で検波された波形は図3aに示す如き波形となる。ただし、図2、図3は高周波スイッチ6をアーク放電の有無に関わらず常時ONとしたとき、すなわち本実施の形態の高周波スイッチ6を常時ON状態にして異常放電の低減の動作をしていないときの電圧波形である。検波器11で検波されたパルス信号は電圧比較器12によって基準電圧源13の発生する基準直流電圧 V_{th} （図3中、破線で示す。）と比較される。上記基準電圧以上になったとき、異常放電が発生したものとみなし、パルス発生器14を動作させるトリガー信号を発生させる。パルス発生器14がトリガー信号によって発生した高周波遮断パルスを図4に示す。図2aに示した異常放電の持続時間とほぼ等しいかやや長い時間のパルスを発生させる。高周波遮断パルスはゲートの回路15により、インピーダンスの整合動作中は高周波スイッチ6に伝達されないものとする。これは高周波電源のインピーダンスとプラズマインピーダンスの整合動作中、反射波電圧が基準電圧源13の基準直流電圧 V_{th} を越えることがあり、これを異常放電と誤認して高周波スイッチ6で高周波をOFF（遮断）し、遮断パルス期間後再び高周波がONになる動作を繰り返す発振現象が見られることがあるためである。これは、本実施の形態により、異常放電の発生を判断し、スイッチ6による高周波制御に至る迄が高速化されたことにより従来測定しえなかった発振現象を検知してしまうことに起因する弊害と考えられる。そこで本実施の形態では、誤認動作を防止する為、整合器制御器10からインピーダンスが整合されていない旨の情報が得られた場合にはゲート回路15により、高周波電力の制御を行わないものとしている。なお、パルス数表示器16は異常放電の回数を計測することによりプラズマ処理容器1の堆積膜の成長や摩耗の程

度を知り、プラズマ処理容器1のメンテナンスや交換の目安とするために用いることができる。このプラズマ処理装置を用いてドライエッチングを行ったところ、反射波パルス波形は図6に示すように異常放電は発生過程で消弧される。波線は本実施の形態による異常放電の低減動作を行っていないときのものである。また、異常放電の発生頻度もパルス数表示器16により約60~80%減少している効果がみられた。プラズマ処理容器1の消耗進行も抑制され寿命も延ばすことができた。遮断パルス期間は異常放電の持続時間と同程度以上の期間でかつ10プラズマが消滅して整合動作に影響を与えない時間まで、すなわちプラズマ中の電子温度が減衰時間以下になるようにすればよい。具体的には遮断パルス時間、10マイクロ秒から10ミリ秒がよく、望ましくは50マイクロ秒から500マイクロ秒の範囲がよい。なお、本実施の形態において検波器の出力パルスを基準電圧源の直流基準電圧と比較することにより、異常放電を検出したがこれは検波器の出力波形を微分回路などでパルス分別することにより異常放電を検出してよい。次に、本発明の第2の実施の形態であるプラズマ処理装置について20図5を用いて説明する。ガス供給系、排気系は第1の実施例と同様であり、詳しい説明は省くと共に、第1の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号をふり、符号の説明を省く。第1の実施の形態と同様に、ガスを導入した後、プラズマ処理容器1内を一定の圧力に維持し、引き続き高周波源5により発生させた高周波は高周波スイッチ6を経て高周波電力増幅器7でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅する。一方、マイクロ波源21により発生した3.5GHzのマイクロ波を多孔型のマイクロ波方向性結合器22を通し送信ホーンアンテナ23により放射させる。放射したマイクロ波は第1の石英窓24からプラズマ処理容器1内に入射させる。通常プラズマ処理装置に用いられるプラズマの電子密度 n_e は $10^9 \sim 10^{13} / \text{cm}^3$ である。このときプラズマ周波数 ω_p ($n_e^{0.5}$ に比例)は約 $10 \sim 100 \text{ GHz}$ n_e 0 マイクロ波領域にある。異常放電が発生しない均一なプラズマにおいて、プラズマ周波数に比べて高い周波数のマイクロ波を入射させるとプラズマ中を減衰なく伝搬する。プラズマ処理容器内に異常放電が発生すると電子密度 n_e が局所的に増加しこれに伴ってプラズマ周波数も増加する。プラズマ周波数が入射マイクロ波の周波数をこえるとプラズマ中を伝搬できず減衰する。この現象はカットオフと呼ばれる。同時にマイクロ波の反射が起こる。このようにしてもし、異常放電が発生することによりプラズマから反射してくるマイクロ波は送信ホーンアンテナ23に入射する。この入射した反射波をマイクロ波方向性結合器22によって取り出し第1のマイクロ波検波器27によって検波する。図7は異常放電が発生したときの第1のマイクロ波検波器27の検波出力電圧である。異常放電が発生すると第1の実施の形態と同50

様に異常放電にともなうパルス波形が得られた。一方、プラズマ中を通過したマイクロ波はプラズマ処理容器1の第2の石英窓から受信ホーンアンテナ26に導かれる。受信ホーンアンテナ26で得られた通過マイクロ波は第2のマイクロ波検波器28で検波される。図8は異常放電が発生したときの第2のマイクロ波検波器28の検波出力電圧である。異常放電が発生すると図7と反対に異常放電にともなう減少するパルス波形が得られた。ここで、プラズマを発生させて処理を行っているとき、上記第1のマイクロ波検波器27の出力パルスが基準電圧源12の発生するある直流基準電圧 V_{th} 以上になったとき、電圧比較器13はトリガー信号をパルス発生器14に送る。切り換えスイッチ29はマイクロ波の反射による、あるいは通過による異常放電の検出方法を切り換えている。また、同時に論理反転器30によって電圧比較器13の出力正負論理を切り換えるために用いている。上記第2のマイクロ波検波器28で異常放電を検出する場合には直流基準電圧 V_{th} 以下でパルス発生器14にトリガーを送る必要があるためである。上記マイクロ波の反射および透過による異常放電の検出のいずれの方法においても、第1の実施の形態と同様に高周波スイッチ6により一定時間高周波を遮断することにより異常放電の低減が可能であった。なお、本実施の形態において反射ないしは通過したマイクロ波の振幅を検出することにより異常放電を検出したが、これは反射ないしは通過したマイクロ波の位相変化の遅れ等を検出することにより異常放電を検出してよい。続いて第3の実施の形態であるプラズマ処理装置について図面を参照しつつ説明する。図9はその概略構成図である。ガス供給系、排気系は第1の実施の形態と同様である。第1および第2の実施の形態と同様に、ガスを導入した後、プラズマ処理容器1内を一定の圧力に維持する。引き続き高周波源5で発生させた高周波は高周波スイッチ6を経て高周波電力増幅器7でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅される。ここで、プラズマを発生させて処理を行っているとき、異常放電が発生するとその発生している間、発光強度が上昇する。そこで第1の石英窓24から採光したプラズマの発光強度を発光強度検出器31で検出した後、パルス分別器32で約50マイクロ秒から500マイクロ秒の異常放電による発光の強度変化のみを取り出し、出力にトリガー信号を出す。プラズマ処理中、異常放電以外の要因による発光強度の変動による誤動作を回避するためである。パルス分別器31で得られたトリガー信号は上記、第1および第2の実施の形態と同様にパルス発生器14で一定時間のパルスとし、高周波スイッチ6により一定時間高周波を遮断することにより異常放電の低減が可能であった。なお、本実施の形態において発光強度検出器31に入射する発光強度の変化を検出することにより異常放電を検出したが、発光強度検出器31に分光計などを設置し、異常放電に関与

する特定のイオンや活性種の波長を検出してより正確な異常放電の検出を行うことも可能である。なお、本発明の各実施の形態は高周波を遮断することにより異常放電の発生を低減させたが、これは高周波の出力を低下させてもよい。また、本発明の実施の形態は基板サセプターに高周波を印加してプラズマを発生する方法について述べたが、これは誘導結合、プラズマ電子サイクロトロン共鳴、ヘリコン波などを用いてプラズマを発生する手段が他にあり、プラズマを発生する手段の高周波、マイクロ波の出力を異常放電の発生とともに遮断ないし低減させることにより異常放電を防止させてもよい。また、上記プラズマ処理装置において、基板サセプターに高周波バイアスを印加している場合にはその高周波バイアスを遮断ないしは低減させてもよい。

【発明の効果】プラズマ処理容器内の異常放電の発生を検出し、異常放電の発生頻度を抑制し、異常放電による突発的なダスト発生、被処理基体表面の損傷、基体の汚染、基体の電気素子の絶縁破壊等の発生を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態であるプラズマ処理装置の概略構造図である。

【図2】 第1の実施の形態における異常放電発生時の方向性結合器8の反射波出力パルスを示す図である。

【図3】 第1の実施の形態における異常放電発生時の検波器11の出力パルスを示す図である。

【図4】 第1の実施の形態における異常放電発生時のパルス発生器14の出力パルスを示す図である。

【図5】 第2の実施の形態であるプラズマ処理装置の概略構造図である。

【図6】 第1の実施の形態においてプラズマ処理装置の高周波スイッチを動作させ異常放電を低減させたときの反射波を示す図である。

【図7】 第2の実施の形態における異常放電発生時の第1のマイクロ波検波器27の出力パルスを示す図である。

【図8】 第2の実施の形態における異常放電発生時の

*第2のマイクロ波検波器28の出力パルスを示す図である。

【図9】 第3の実施の形態であるプラズマ処理装置の概略構造図である。

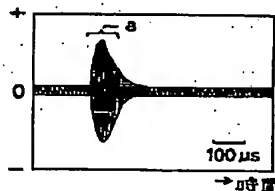
【図10】 第3の実施の形態における異常放電発生時の発光強度検出器31の出力パルスを示す図である。

【図11】 従来のプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

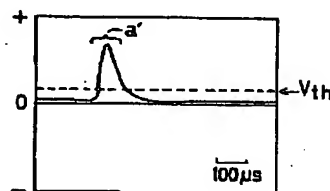
【符号の説明】

- 1, 101…プラズマ容器
- 2, 102…被処理基体
- 3, 103…基板サセプター
- 4, 104…ガス導入口
- 5, 105…高周波源
- 6…高周波スイッチ
- 7, 106…高周波電力増幅器
- 8, 207…方向性結合器
- 9, 108…整合器
- 10…整合器制御装置
- 11…検波器
- 12…電圧比較器
- 13…基準電圧源
- 14, 109…パルス発生器
- 15…ゲート回路
- 16…パルス数表示器
- 21…マイクロ波源
- 22…マイクロ波方向性結合器
- 23…送信ホーンアンテナ
- 24…第1の石英窓
- 25…受信ホーンアンテナ
- 26…第2の石英窓
- 27…第1のマイクロ波振幅検波器
- 28…第2のマイクロ波振幅検波器
- 29…切り換えスイッチ
- 30…論理反転器
- 31…発光強度検出器
- 32…パルス分別器

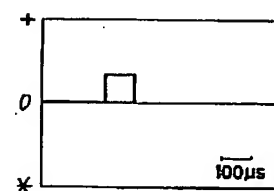
【図2】



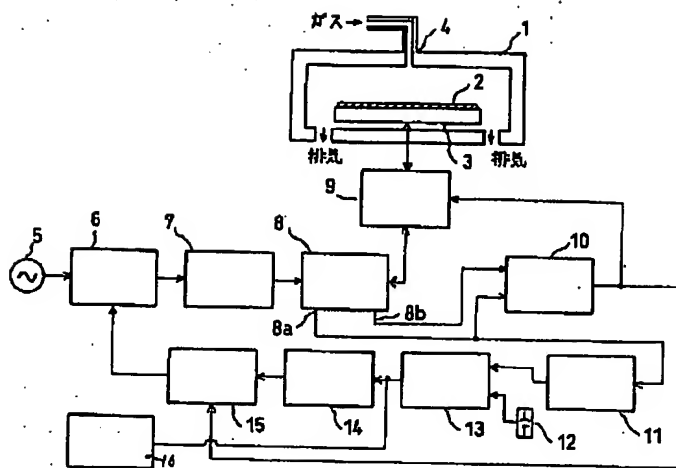
【図3】



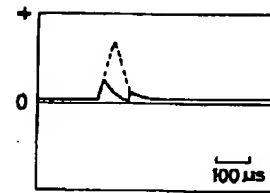
【図4】



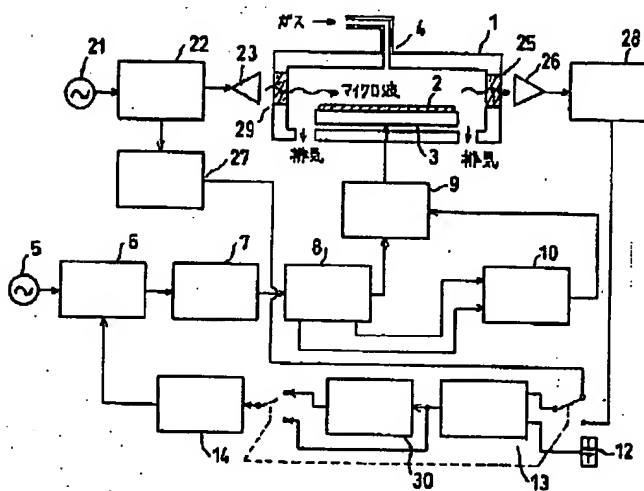
【図1】



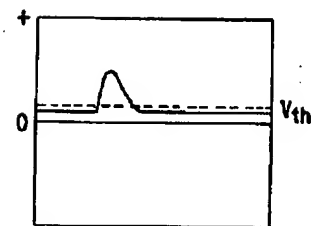
【図6】



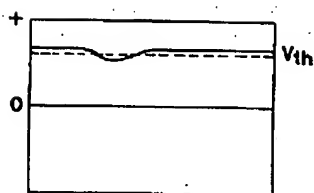
【図5】



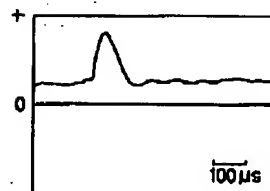
【図7】



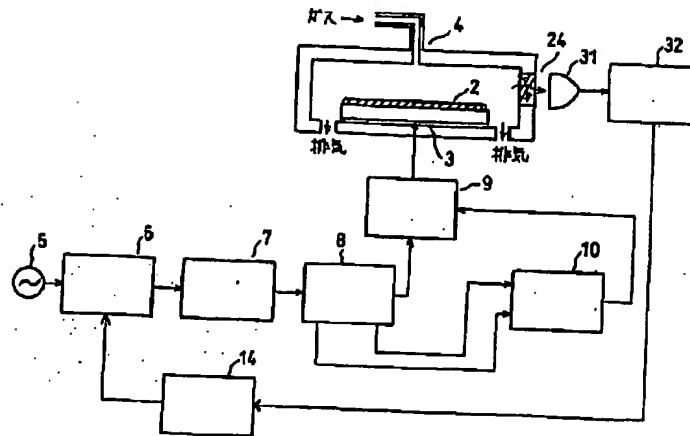
【図8】



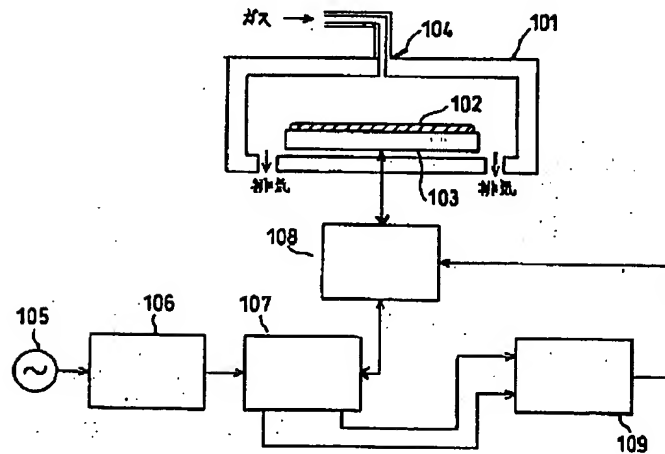
【図10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H01L 21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

H01L 21/302

技術表示箇所

B